

(b)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-010274

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl. H04N 9/07

G06T 1/00

H04N 1/60

H04N 1/48

(21)Application number : 2000-184375

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 20.06.2000

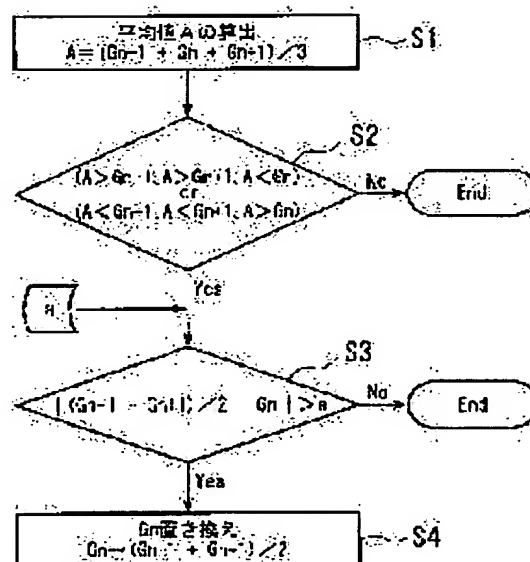
(72)Inventor : ITO HIROSHI

## (54) DEVICE FOR PROCESSING COLORED IMAGES

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device for processing colored images which detects defects of pixels and corrects them in real time while continuously retrieving the information, without memory.

**SOLUTION:** After finding the average value A of the outputs of, three pixels in identical color and contiguous in a slanting direction, that is, a noticeable pixel Gn to be determined and a pixel Gn-1 and a pixel Gn+1 adjacent in a slanting direction to the pixel Gn, an output of each of their pixels is compared with the average value, and whether or not requirements of  $[A > Gn-1, A > Gn+1, A < Gn]$  or  $[A < Gn-1, A < Gn+1, A > Gn]$  is satisfied is determined. When the requirements is satisfied, whether or not  $|(Gn-1 + Gn+1)/2 - Gn|$  is larger than the threshold a is determined, and if it is so, the noticeable pixel Gn is determined as a defective pixel and is replaced with  $(Gn-1 + Gn+1)/2 = B$  for correction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(b)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-10274  
(P2002-10274A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	フォーマット (参考)
H 0 4 N 9/07		H 0 4 N 9/07	A 5 B 0 4 7
			C 5 C 0 6 5
G 0 6 T 1/00	4 6 0	G 0 6 T 1/00	4 6 0 E 5 C 0 7 7
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 9
1/48		1/46	A
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-184375(P2000-184375)

(22) 出願日 平成12年6月20日 (2000.6.20)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 伊藤 広

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100087273

弁理士 最上 健治

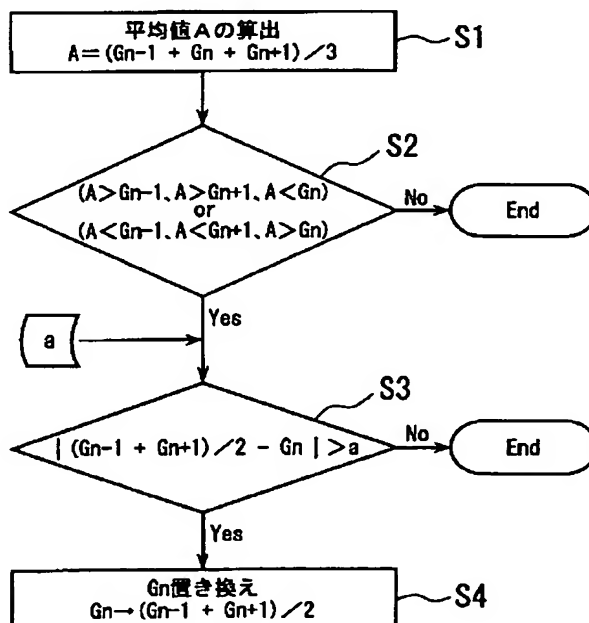
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理装置

(57) 【要約】

【課題】 メモリをもたずに連続的に情報を取り出してリアルタイムに画素欠陥を検出し補正を行うカラー画像処理装置を提供する。

【解決手段】 注目被判定画素  $G_n$  とその斜め方向両隣の画素  $G_{n-1}$ ,  $G_{n+1}$  の連続した同色の斜め方向の3画素の出力の平均値  $A$  を求め、各画素の出力と平均値とを比較し  $[A > G_{n-1}, A > G_{n+1}, A < G_n]$  又は  $[A < G_{n-1}, A < G_{n+1}, A > G_n]$  の要件を満たしているか否かを判定し、要件をみたしているとき、 $|(G_{n-1} + G_{n+1}) / 2 - G_n|$  が閾値  $a$  より大きいのか否かを判定し、 $a$  より大きいとき注目画素  $G_n$  を欠陥画素と判定し、 $(G_{n-1} + G_{n+1}) / 2 = B$  で置き換え、補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ所定の色の複数のフィルタ素子からなる色フィルタの各フィルタ素子をそれぞれ対応させて配置した複数の画素からなるカラー撮像素子における欠陥画素を検出し補正処理するカラー画像処理装置において、同色の色が連続する配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出する手段と、検出された欠陥画素に対応する画素信号を補正する手段とを備えていることを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2】 前記検出手段は、空間的に連続する同色のフィルタ素子の配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に係るカラー画像処理装置。

【請求項 3】 前記検出手段は、隣接する非同色色の複数のフィルタ素子に対応する複数の画素の画素信号間で演算を行って複数の画素に亘る演算生成色を生成し、同色の演算生成色が空間的に連続する配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出するように構成したことを特徴とする請求項 1 に係るカラー画像処理装置。

【請求項 4】 前記検出手段は、空間的に連続する同色のフィルタ素子の配列に沿った画素信号間で相関をとって第 1 の欠陥画素を検出した後、更に隣接する非同色色の複数のフィルタ素子に対応する複数の画素の画素信号間で演算を行って演算生成色を生成し、同色の演算生成色が空間的に連続する配列に沿った画素信号間で相関をとって第 2 の欠陥画素を検出するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に係るカラー画像処理装置。

【請求項 5】 前記検出手段は、第 1 の欠陥画素を第 2 の欠陥画素の検出時における検出処理の対象情報から省くように構成されていることを特徴とする請求項 4 に係るカラー画像処理装置。

【請求項 6】 それぞれ所定の色の複数のフィルタ素子からなる色フィルタの各フィルタ素子をそれぞれ対応させて配置した複数の画素からなるカラー撮像素子における欠陥画素を検出し補正処理するカラー画像処理装置において、注目画素と該注目画素に隣接する非同色色のフィルタ素子が配置された複数の画素との間で、注目画素を含む複数の画素の組み合わせの異なる複数の画素群パターンを形成し、各画素群パターンを構成する各画素から得られる信号に基づいて各画素群パターンが同一色を得る演算を行い、同一色を得る演算により得られた各画素群パターンの信号の相関を各画素群パターン間でとって、欠陥画素を含む画素群パターンを検出する手段を備えていることを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 7】 前記カラー撮像素子からの画像信号に基づいて所定の色画像信号を得るための色生成処理回路を備え、前記欠陥画素検出手段は、前記色生成処理回路用ラインメモリを欠陥画素検出回路用ラインメモリとして共用するように構成されていることを特徴とする請求項

1～6 のいずれか 1 項に係るカラー画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、カラー画像処理装置に関し、特に単板カラーセンサ画像もしくはそれに類した異色画素配列で構成されたカラー画像に好適な、画素欠陥の検出及び補正を行うカラー画像処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、多画素を有する固体撮像素子を用いた高精細なカメラなどのような画像入力装置においては、不良画素すなわち欠陥画素の発生頻度が高くなり、これを検出し補正するための技術が必須となっている。これら欠陥画素に代表される特異点画素を補正することによって、固体撮像素子の歩留まりは向上し、装置価格を大幅に低減することが可能となる。

【0003】 かかる欠陥画素の補正を電気的に行う技術としては、次のような手法が知られている。すなわち、例えば特開平 5-236358 号公報、特開平 7-162757 号公報、特開平 10-322603 号公報には、固体撮像素子製造時に各素子固有に発生する欠陥画素の位置を予め保持するメモリを作成し、これをカメラ等の画像入力装置に搭載することにより、そのメモリからの出力信号を常に監視しながら、所定位置の欠陥画素を隣接画素からの平均値等により補完する手法が開示されている。

【0004】 また、特開平 6-205302 号公報や特開平 6-245148 号公報には、メモリをもたずに画素からの信号の読み出し中にリアルタイムで欠陥を検出し補正する手法、具体的には注目画素とその近傍の連続する 4 画素を用い、注目画素が周辺画素信号に対して一定値以上突出し、且つ隣接する前後の画素信号が一定のレベル以上であるときに、注目画素を欠陥と判定し、これを補正する手法が開示されている。

【0005】 また、特開平 6-284346 号公報には、補色モザイク配列のカラーフィルタを用いた固体撮像装置において、同色の画素信号のレベル差の検出力信号と閾値との比較結果を複数フィールドに亘ってメモリに記憶し、このメモリの記憶情報により欠陥画素を判定し、エッジ成分があっても精度よく欠陥画素を検出できるようにすると共に、周辺の異色画素を用いて同色の補正処理を行うようにしたものについて開示がなされている。

【0006】 更にまた、特開平 10-126795 号公報には、輝度信号については欠陥画素の信号をその画素の色にかかわらず隣接する画素で補正し、色信号については同じ色の近傍の画素の信号で補正し、輝度の欠陥と共に色の相違による欠陥が目立たないようにしたカラー撮像素子の欠陥補正装置について開示がなされている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記特開平5-236358号公報、特開平7-162757号公報及び特開平10-322603号公報開示のものは、センサ1個毎つまりカメラ毎に専用のメモリを必要とし、カメラ間で流用ができない。またカメラ出荷後の経時変化により発生する欠陥には対応できず、更に画像の高精細化に伴う多画素化に比例して、欠陥位置記憶のメモリの容量も巨大化し、価格及び消費電力が共に大きくなってしまおうという問題点がある。

【0008】一方、特開平6-205302号公報や特開平6-245148号公報開示のものは、欠陥位置を記憶したメモリは必要としないが、連続画素を用いて欠陥画素を検出することを前提としているために、白黒センサには対応できるが、カラーセンサあるいは同一色が連続しない画像に対して適用すると、隣接する異色画素間では特定色に対する感度に差があるため、誤検出を発生させてしまうという問題点があり、これを避けるために同色画素を用いて欠陥画素を検出しようとする、同一色が非連続なカラーセンサにおいては検出単位ブロックの空間が巨大化し、且つ空間的に連続しない画素からの相関性は薄くなるため、やはり誤検出が発生しやすいという問題点が発生する。

【0009】また、特開平6-284346号公報開示のものにおいては、エッジ成分があっても精度よく欠陥画素を検出することができるが、そのためにはレベル差と閾値との比較結果を複数フィールドに亘って記憶するメモリを必要とし、リアルタイムで欠陥検出を行うことができない。また周辺の異色画素の演算により同色の欠陥補正処理を行うようになっているが、補色モザイクフィルタを搭載したセンサに限定されるという問題点がある。また、特開平10-126795号公報開示のものにおいては、色信号に関しては結局1画素以上離れた非連続の同色画素による相関をとって欠陥を検出するようにしているので、隣接画素の相関は得られず、欠陥の誤検出が発生しやすいという問題点がある。

【0010】本発明は、従来のイメージセンサの画素欠陥並びに補正の手法における上記問題点を解消するためになされたもので、カラーセンサに対応でき、且つメモリをもたず連続的に情報を取り出してリアルタイムに画素欠陥を検出し、補正を行えるようにしたカラー画像処理装置を提供することを目的とする。

【0011】請求項毎の目的を述べると、請求項1に係る発明は、小さな範囲の画素信号で効率的に欠陥画素を検出でき、またエリアメモリなどを必要とせずリアルタイムで補正処理を行うことが可能なカラー画像処理装置を提供することを目的とする。請求項2に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、極めて容易に小さな範囲の画素信号で欠陥画素の検出を効率的に行えるようにすることを目的とする。請求項3に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、空

間的に連続した同一色画素が直接的に存在しない場合においても、比較的小さな範囲の画素信号で欠陥画素の検出を効率的に行えるようにすることを目的とする。請求項4に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、誤検出が少ない順で、小さな範囲の画素信号で効率的に欠陥検出を行えるようにすることを目的とする。請求項5に係る発明は、請求項4に係るカラー画像処理装置において、第2の欠陥画素の検出を効率よく実行できるようにすることを目的とする。請求項6に係る発明は、異色の複数画素で演算により同一色の複数の画素群を生成して、欠陥画素の検出を容易に行えるようにしたカラー画像処理装置を提供することを目的とする。請求項7に係る発明は、請求項1～6のいずれか1項に係るカラー画像処理装置において、欠陥検出手段専用のラインメモリを必要とせず欠陥検出を行えるようにすることを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、請求項1に係る発明は、それぞれ所定の色の複数のフィルタ素子からなる色フィルタの各フィルタ素子をそれぞれ対応させて配置した複数の画素からなるカラー撮像素子における欠陥画素を検出し補正処理するカラー画像処理装置において、同色の色が連続する配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出する手段と、検出された欠陥画素に対応する画素信号を補正する手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0013】このように同色の色が連続する配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出し補正するようにしているので、小さな範囲で効率的に欠陥画素を検出することができ、またエリアメモリなどを必要とせず、リアルタイムで欠陥画素の補正を行うことが可能となる。

【0014】請求項2に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、前記検出手段は、空間的に連続する同色のフィルタ素子の配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出するように構成されていることを特徴とするものである。色フィルタにおいて、同色のフィルタ素子が、例えばベイヤ型配列カラーフィルタ上のG（グリーン）画素のように斜め方向に連続配列しているものを用いることにより、その連続配列を利用することによって極めて容易に小さな範囲の画素信号で欠陥画素の検出を行うことができる。

【0015】請求項3に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、前記検出手段は、隣接する非同一色の複数のフィルタ素子に対応する複数の画素の画素信号間で演算を行って複数の画素に亘る演算生成色を生成し、同色の演算生成色が空間的に連続する配列に沿って、画素信号間で相関をとって欠陥画素を検出するように構成したことを特徴とするものである。

【0016】このように構成することにより、空間的に

連続した同一色画素が直接的に存在しない場合には、隣接する非同色画素との演算により連続した同一色を生成し、その連続する方向から画素信号レベルの相関をとって欠陥検出を行うことができ、空間的に連続した同一色画素がない場合においても、比較的少ない範囲の画素信号で効率的に欠陥画素を検出することができる。

【0017】請求項4に係る発明は、請求項1に係るカラー画像処理装置において、前記検出手段は、空間的に連続する同色のフィルタ素子の配列に沿った画素信号間で相関をとって第1の欠陥画素を検出した後、更に隣接する非同色の複数のフィルタ素子に対応する複数の画素の画素信号間で演算を行って演算生成色を生成し、同色の演算生成色が空間的に連続する配列に沿った画素信号間で相関をとって第2の欠陥画素を検出するように構成されていることを特徴とするものである。

【0018】一般に欠陥画素の検出においては、情報量が多いほど、つまりカラー画像においては対応する同色の画素が多いほど誤検出が少なくなる。したがって、上記のように構成した請求項4に係る発明においては、先に行われる第1の欠陥画素の検出手法には直接的な同一色の画素数の多いもの適用しやすい手法が用いられているため、誤検出の少ない順で効率的に欠陥画素の検出を行うことができる。

【0019】請求項5に係る発明は、請求項4に係るカラー画像処理装置において、前記検出手段は、第1の欠陥画素を第2の欠陥画素の検出時における検出処理の対象情報から省くように構成されていることを特徴とするものである。

【0020】請求項4に係るカラー画像処理装置において、第2の欠陥画素の検出に適用する欠陥検出手法においては、検出処理に適用する画素数が少なく欠陥検出精度が低下するが、先行して行われた第1の欠陥画素を、第2の欠陥画素の検出処理時に用いる対象情報から省くことにより、検出時の条件選択等を容易にすることができ、効率のよい欠陥検出処理を行うことが可能となる。

【0021】請求項6に係る発明は、それぞれ所定の色の複数のフィルタ素子からなる色フィルタの各フィルタ素子をそれぞれ対応させて配置した複数の画素からなるカラー撮像素子における欠陥画素を検出し補正処理するカラー画像処理装置において、注目画素と該注目画素に隣接する非同色のフィルタ素子が被覆された複数の画素との間で、注目画素を含む複数の画素の組み合わせの異なる複数の画素群パターンを形成し、各画素群パターンを構成する各画素から得られる信号に基づいて各画素群パターンが同一色を得る演算を行い、同一色を得る演算により得られた各画素群パターンの信号の相関を各画素群パターン間でとって、欠陥画素を含む画素群パターンを検出する手段を備えていることを特徴とするものである。

【0022】このように、注目画素を含む複数の画素の組

み合わせの異なる複数の画素群パターンを形成し、同一色を得る演算により得られた各画素群パターンの信号の相関をとることにより、欠陥画素を含む画素群パターンを容易に検出することが可能なる。

【0023】請求項7に係る発明は、請求項1～6のいずれか1項に係るカラー画像処理装置において、前記カラー撮像素子からの画像信号に基づいて所定の色画像信号を得るための色生成処理回路を備え、前記欠陥画素検出手段は、前記色生成処理回路用ラインメモリを欠陥画素検出回路用ラインメモリとして共用するように構成されていることを特徴とするものである。このように、色生成処理回路用ラインメモリを欠陥画素検出回路用ラインメモリとして共用することにより、欠陥画素検出手段専用のラインメモリを必要とせず欠陥検出を行うことができ、ハード規模や消費電力を低減することが可能となる。

【0024】

【発明の実施の形態】次に、実施の形態について説明する。図1は、本発明に係るカラー画像処理装置を適用した単板カラーセンサを用いた単板カラーカメラの概略構成を示す図である。図1において、1は被写体光を入射させるためのレンズ、2は被写体光を電気信号に変換するための、例えばベイヤ型配列のカラーフィルタを備えた単板カラーセンサ、3は該単板カラーセンサ2の前段に配置された、単板カラーセンサ2の画素間の光学的な干渉をなくすための光学LPF、4は単板カラーセンサ2から出力される画像信号をデジタル信号に変換するためのA/D変換回路、5はデジタル画像信号から欠陥画素を検出する欠陥検出部、6は欠陥検出部5で検出された欠陥画素を補正処理する欠陥補正部である。

【0025】そして、このように構成した単板カラーカメラにおいては、単板カラーセンサ2で得られた被写体像の電気信号は、A/D変換回路4でデジタル信号に変換され、欠陥検出部5で欠陥検出が行われ、欠陥補正部6で欠陥補正処理がなされて、後段の他の画像処理部などへ送られるようになっている。

【0026】次に、上記のように構成されている単板カラーカメラにおける欠陥検出部及び欠陥補正部の具体的な実施の形態について説明する。まず、それらの第1の実施の形態について説明する。この第1の実施の形態は、請求項1及び2に係る発明に対応するものである。ベイヤ型配列のカラーフィルタを備えた単板カラーセンサでは、図2に示すようにGフィルタ素子が斜め方向に途切れなく連続して配置されているため、対応する斜め方向の同色の隣接画素（G画素）の相関を利用して欠陥画素を検出することができる。

【0027】この場合、図3に示すように欠陥検出を行う注目画素Gaに関して、斜め2方向（I方向及びQ方向）からの欠陥検出を同時に行い、両方向における欠陥検出において、いずれも欠陥と判定された場合のみ、最

最終的にGa画素が欠陥画素として判定される。

【0028】このように斜め2方向における欠陥検出を行うようにすることで、被写体が斜め方向に相関のある斜線の場合における誤検出を回避することができる。つまり、おおよそ1画素幅の斜線を被写体とした場合、その斜線に対する垂直方向からの相関をとった欠陥検出では、注目画素は欠陥画素と判定されてしまうが、斜線方向には相関があるため斜線に沿った斜め方向の欠陥検出では正常画素と判定され、誤検出が回避される。 \*

$$A = (G_{n+1} + G_n + G_{n-1}) / 3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

【0030】次に、各画素の出力と平均値Aとを比較し ※する(ステップS2)。  
て、次式(2)で示す要件を満たしているか否かを判定※

$$\begin{aligned} & [A > G_{n-1}, A > G_{n+1}, A < G_n] \text{ 又は} \\ & [A < G_{n-1}, A < G_{n+1}, A > G_n] \quad \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

【0031】そして、上記(2)式で示す要件を満たし ★判定する(ステップS3)。  
ているときに、更に次式(3)の要件を満たすか否かを★

$$|(G_{n-1} + G_{n+1}) / 2 - G_n| > a \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、aは正の変数パラメータである。

【0032】上記(3)式で示す要件を満たす場合、注目画素Gnを欠陥画素と判定する。そして、欠陥画素と判定されたGnの値を、 $(G_{n-1} + G_{n+1}) / 2 = B$ で置き換え、補間する(ステップS4)。

【0033】次に、図4のフローチャートで示した欠陥検出及び補正を行う手法を実施する欠陥検出補正部のハード構成の構成例を、図6に基づいて説明する。図6において、101はI方向の斜め配列画素の画素信号のラインを合わせ且つタイミングを合わせるための画素並べ替え部であり、2つの1ライン遅延用のラインメモリ11、12と、1画素分の遅延用のフリップフロップ13、14、15とで構成されている。102はI方向欠陥検出部で、Gn-1、Gn、Gn+1の3画素信号を加算して平均値(除算するハード構成は規模が大となるため、加算したもので前記(1)式による平均値Aに対応させている)を求める第1の加算器21と、3つの各画素信号をそれぞれ3倍する乗算器22-1、22-2、22-3と、第1の加算器21の出力と各乗算器22-1、22-2、22-3の各出力とを比較する第1の比較回路23と、注目画素Gnの両隣の画素Gn-1、Gn+1の画素信号を加算する第2の加算器24と、該加算器24の出力を1/2にして平均を求めるLSBカット回路25と、該LSBカット回路25の出力信号(2画素平均値B)から注目画素Gnの画素信号を差し引くための減算器26と、該減算器26の出力と閾値aとを比較する第2の比較回路27と、第1及び第2の比較回路23、27の比較結果から注目画素GnのI方向における欠陥を判定するエンコーダ28とから構成されている。

【0034】同じく図6において、201はI方向画素並べ替え部101と同様な構成のQ方向画素並べ替え部で、202はI方向欠陥検出部102と同様な構成のQ方向欠陥検出部である。301は欠陥補正部で、前記I方向欠陥検出部102とQ方向欠陥検出部202の各エンコーダからの

\*【0029】次に、連続して配列されている同色3画素の相関から欠陥検出を行い補正を行う具体的な手法を、図4のフローチャートに示すアルゴリズムに基づいて説明する。連続して配列された斜め方向の3つのG画素として、図5に示すように、注目する被判定画素Gn、その斜め方向両隣の画素をGn-1、Gn+1としたとき、まず、3画素の出力の平均値Aを次式(1)で求める(ステップS1)。

欠陥判定信号を入力して、最終的に注目画素Gnが欠陥画素であるか否かを判定するエンコーダ31と、該エンコーダ31の出力に基づいて、注目画素Gnの画素信号あるいは隣接画素の平均値Bを選択出力するセレクタ32とから構成されている。

【0035】次に、このように構成されている欠陥検出補正部の動作について説明する。まず、I方向画素並べ替え部101において、斜め隣接画素Gn-1の画素信号を2つのラインメモリ11、12と2つのフリップフロップ14、15を介して2ラインと2画素分遅延させて、I方向欠陥検出部102の第1の加算器21へ入力し、注目画素Gnの画素信号を1つのラインメモリ11と1つのフリップフロップ13を介して1ラインと1画素分遅延させて、同じく第1の加算器21へ入力し、斜め隣接画素Gn+1の画素信号は直接第1の加算器21へ入力させる。そして、第1の加算器21において、これらの入力画素信号Gn-1、Gn、Gn+1を加算して、(1)式のAに対応する平均値(3A)を算出する。

【0036】一方、第1の加算器21へ入力される画素信号Gn-1、Gn、Gn+1は、それぞれ乗算器22-1、22-2、22-3へも入力され、3Gn-1、3Gn、3Gn+1が算出される。そして、各乗算器により3倍にされた3Gn-1、3Gn、3Gn+1の画素信号と第1の加算器21の出力3Aとが第1の比較回路23に入力されて比較され、前記(2)式に示された条件、すなわち(A > Gn-1, A > Gn+1, A < Gn)又は(A < Gn-1, A < Gn+1, A > Gn)の条件を満たしているか否かの判定が行われる。

【0037】また、第1の加算器21へ入力される3つの画素信号の中の隣接画素信号Gn-1、Gn+1を第2の加算器24へ入力して加算し、その加算出力をLSBカット回路25へ入力して、最下位1ビット(LSB)を切り捨てることで1/2にし、隣接画素信号の平均値[B =



$(G_{n-1} + G_{n+1}) / 2$  を求める。次いで、減算器26において、隣接2画素信号の平均値Bと注目画素 $G_n$ の画素信号の減算を行い、その減算結果と、外部から設定されるデジタル可変閾値aとを第2の比較回路27で比較し、前記(3)式で示した条件、すなわち、 $| (G_{n-1} + G_{n+1}) / 2 - G_n | > a$ 、を満たしているか否かの判定を行う。そして、第1の比較回路23及び第2の比較回路27における条件判定において、いずれの条件も満たしている場合、エンコード28において注目画素 $G_n$ がI方向において欠陥であると判定する。

【0038】第1及び第2の比較回路23、27において、条件を満たしているか否かの判定は、例えば条件を示す各不等式を満たせば、それぞれデジタル値“H”を出力し、それ以外は“L”を出力させ、条件を示す全不等式出力を論理値表化し、エンコードでコード化するなどして判定すればよい。

【0039】また、同様にして注目画素 $G_n$ を含むQ方向の斜め3画素の画素信号をQ方向画素並べ替え部201及びQ方向欠陥検出部202により、同様に欠陥検出処理を行う。そして、I方向欠陥検出部102の検出出力とQ方向欠陥検出部202の検出出力を、欠陥補正部301のエンコード31へ入力し、エンコード31においては、I方向とQ方向のいずれの方向においても注目画素 $G_n$ が欠陥と判定されている場合のみ、最終的に注目画素 $G_n$ を欠陥画素と判定し、前記エンコード31の出力に基づいて、セレクト32により注目画素の画素信号 $G_n$ に代えて隣接画素の平均値Bを補正信号として出力させ、それ以外の場合には、注目画素 $G_n$ は正常画素と判定して、注目画素の画素信号 $G_n$ をそのまま出力させる。

【0040】以上述べた欠陥検出補正手法はカメラ形態の画像入力装置からの画像にとどまらず、異色の画素パターンで構成される全ての画像ソースに対して実施することが可能である。

【0041】次に、欠陥検出部及び欠陥補正部による欠陥検出補正手法の第2の実施の形態について説明する。この第2の実施の形態は、請求項1及び3に係る発明に対応するものである。上記第1の実施の形態では、同色の連続した配列の画素がある場合に、その連続した配列の同色画素の相関をとって欠陥検出を行い補正する手法を示したが、本実施の形態は、連続した同色画素が存在しない場合における欠陥検出並びに補正手法に関するものである。

【0042】ベイヤ型配列のカラー撮像素子では、R画素あるいはB画素の配列は、水平及び垂直共に1画素おきである。しかし、このような連続しないR画素に対してはG及びB画素が必ず隣接して存在しており、またB画素に対してはG及びR画素が必ず隣接して存在している。そこで、本実施の形態では、R、G、Bの3画素群を1単位（以下Cg単位という）として、演算処理を行うことによって、Cg単位において擬似的にR、G、B

の補色であるCy(Cyan)、Ma(Magenta)、Ye(Yellow)を生成し、空間的に連続して配列されたこれら補色間の相関をとって欠陥を検出し、補正するものである。

【0043】すなわち、図7に示すようにベイヤ型配列のカラー撮像素子において、 $R_x$ を注目画素としたとき、この注目画素 $R_x$ をR画素として含む隣接するR、G、B3画素群からなるCg単位のパターンとしては、例えば図8の(A)～(H)に示すCgパターンPt1～Pt8があり、この同形状のCgパターンが規則的に連続する方向の3つの隣接Cg単位において相関を取り、欠陥を検出する。なお、同形状のCgパターンの規則的に連続する3つの隣接Cg単位の取り方を例示すると、図9の(A)～(J)に示すような形態があるが、この例示した以外にも様々な形態がある。

【0044】3画素の一群のCg単位からは、対応する3種の補色Cy、Ma、Ye全てが算出可能である。例えば、Cg単位としてCgパターンPt4を用いた場合には、図10の(A)、(B)、(C)に示すように、3種の補色画素パターンが算出され、注目補色画素Cya、Ma、Yeaに対する隣接補色画素の相関をとって、注目補色画素の欠陥検出を行うことができる。

【0045】次に、補色画素の生成について説明する。一般に、カラー画像は互いに独立な3刺激値(3原色)画像を加法混色すれば得ることができ、カラーカメラでは、この3原色に所定のR、G、Bを用いている。一方、このR、G、B3原色に対して対局にある色が存在し、R、G、B3原色に対しては、Cy、Ma、Yeが補色として対応する。

【0046】原色と補色の関係を、簡易的な色空間で表すと、図11に示すように表される。すなわち、原色に対して補色は正負の関係にあり、R、G、Bを3原色として全色空間を表現しようとした場合、理想的には例えばR画素であれば、Rの補色であるCy被写体には感度をもたず、Ye被写体とMa被写体に感度をもたなければならない。

【0047】換言すると、例えばBの補色YeはR成分とG成分のみで生成され、逆にBとは正負の関係にあるため、B成分をもたないものと近似できる。同様にRの補色CyはG成分とB成分のみで生成され、Gの補色MaはR成分とB成分のみで生成される。このようにして、3原色の相関により3補色を簡易的に抽出することができる。

【0048】例えば、図12の(A)に示すようなR、G、B、Cy、Ma、Yeで構成されるカラーバーを被写体にした場合、図12の(B)、(C)、(D)のR、G、B画素レベルに示すように、R、G、Bの各画素が感度をもつ色は決まっているため、各原色の差分(R-G、G-B、B-Rなど)の演算値の大小関係から各色を抽出することができる。例えば、補色Cyを抽出する場合、(B-R)と(G-R)の最小値を演算すればよ



い。すなわち、図11の(E), (F)に示すように、  
(G-R)の信号レベルkと(B-R)の信号レベルt  
を算出し、差信号レベルk, tの最小値を演算して求め  
ることにより、図11の(G)に示すように、Cyのみを  
抽出することができる。なお、差信号レベルk, tの最  
小値を求める際、差信号レベルk, tにおける負成分は  
信号レベルとして存在しないため、負成分を0に置き換  
えて演算する。

【0049】次に、R, G, B 3原色信号より補色Cy  
信号を抽出する演算回路の構成を図13に基づいて説明す  
る。このCy演算回路は、(G-R)算出用加算器41  
と、(B-R)算出用加算器42と、加算器41の出力信号  
の負の値を零クリップするための第1のコンパレータ43  
と、加算器42の出力信号の負の値を零クリップするた  
めの第2のコンパレータ44と、第1のコンパレータ43と  
第2のコンパレータ44の出力信号を比較して最小値を選  
択出力する第3のコンパレータ45とから構成されている。

【0050】そして、このような構成のCy演算回路に  
R, G, B信号を入力し、(G-R)算出用加算器41で  
G信号よりR信号を減算し、(B-R)算出用加算器42  
でB信号よりR信号を減算し、これらの減算結果の負の  
値を第1のコンパレータ43及び第2のコンパレータ44で  
それぞれ零クリップし、その後第3のコンパレータ45で  
零クリップした(G-R)信号及び(B-R)信号の最小  
値選択を行って、Cy信号を抽出する。

【0051】このように隣接するR, G, B 3画素か  
ら、R, G, B 3原色の補色であるCy, Ma, Yeを  
生成し、空間的に連続して配列した同色の演算生成補色  
間の相関をとることで、補色画素の欠陥を検出すること  
ができるが、この場合の欠陥検出手法は、第1の実施の  
形態で示した、同色の連続して配列した画素がある場合  
の欠陥検出手法と変わらない。すなわち、図10に示した  
方向のCg単位パターンの隣接配列による欠陥検出の場  
合は、第1の実施の形態のG欠陥検出におけるI方向の  
欠陥検出と全く同じ構成の欠陥検出手法を用い同じ処理  
手順で、Cg単位の欠陥検出を行うことができる。

【0052】このようにしてCg単位で補色化演算によ  
り生成した補色を用いて欠陥検出処理を行う際に、例え  
ばCyのみの単一補色だけではなく、他の補色、つまり  
Ma, Yeについても同様に欠陥検出を行えば、単一補  
色の被写体についても欠陥検出を行うことが可能とな  
る。すなわち、例えばYe単一色の被写体であれば、M  
aやCyにより相関をとって欠陥検出を行うことは不可  
能であり、Yeによる相関をとることにより欠陥検出が  
可能であるから、上記のように全ての補色による欠陥  
検出を行えば、単一補色の被写体の場合も欠陥検出を  
行うことができる。

【0053】更にCg単位の配列方向を図10に示した方  
向以外の、例えば図9に示すような他の方向における相  
関を用いることによっても欠陥検出が可能であり、欠陥

検出手段の回路規模を無視すれば、欠陥判定のための配  
列方向に基づく相関パターンが多いほど、正確な欠陥検  
出が可能となる。

【0054】ところで、3画素からなるCg単位の同色  
補色画素の隣接配列の相関に基づく欠陥検出により、補  
色画素を構成する各Cg単位の欠陥の有無がわかるが、  
欠陥ありと判定された場合に、そのCg単位を構成する  
R, G, B 3画素中のいずれの画素が欠陥であるかは直  
ちには判定できない。

【0055】そこで、次にCg単位内の欠陥画素の判定  
手法について説明する。Cg単位内の欠陥画素を検出す  
るには、特定注目画素を含む異なる画素群からなる各C  
g単位パターンで同様の欠陥検出を行う。

【0056】例えば、図14の(A)に示すように、ペ  
イヤ型配列のカラー撮像素子の画素欠陥を判定するには、  
Ra画素(注目画素)を含む3画素群からなるCg単位  
パターンを考える。Ra画素を含む3画素群からなるC  
g単位パターンには、図14の(B)~(I)に示すよう  
に、Pt1~Pt8の8種類のパターンがあり、この8種類  
のCg単位パターンについて全てのCg単位パターンPt  
1~Pt8が欠陥であると判定された場合には、注目画素  
たるRa画素が欠陥であると判定される。一方、Cg単  
位パターンPt1において欠陥でないことが判明すれば、注  
目画素Raはもはや欠陥でないことが判明する。

【0057】しかしながら、この場合、8つの全てのC  
g単位パターンPt1~Pt8について検出操作を行う必要  
はない。すなわち、カラー撮像素子の画素の読み出し操  
作を行って欠陥検出を行う場合、順次欠陥判定がなされ  
て行くため、Cg単位パターンの中には既に欠陥の有無  
が判明している画素が存在する。欠陥検出処理中にこれ  
らの欠陥の有無が判明している画素を除外してゆくと、  
欠陥画素判定のために用いるCg単位パターン数を削減  
することができる。

【0058】すなわち、図14の(A)に示したペ  
イヤ型配列のカラー撮像素子において、左上画素から順次読  
み出し操作を行い、欠陥画素を検出する場合には、Ra画  
素の欠陥を判定する段階では、既にBa, Gb, Bb,  
Ga画素の欠陥判定が終了しているため、これらの画素  
がいずれも欠陥画素でないことが判明しているときは、  
図14の(B)に示すCg単位パターンPt1が欠陥と判定  
された場合には、Ra画素が欠陥であると判断すること  
ができる。

【0059】ペイヤ型配列のカラー撮像素子ではG画素  
が一番多く、Cg単位の補色化演算なしで、連続配列の  
G画素に基づいてG画素の欠陥検出が可能である。した  
がって、補色化演算を行って得られる第2の実施の形態  
におけるCg単位の補色による欠陥検出において、この  
G画素欠陥検出結果をもとにして、R, B画素の欠陥判  
定を行うようにすれば、実際の欠陥検出のために必要と  
するCg単位パターンのパターン数を削減することがで

き、より小規模の欠陥検出回路を構成することができる。

【0060】ここで、既に知られている欠陥判定結果を利用する場合は、エリアメモリにその判定結果を記憶させておいて、アドレスを指定して参照するのが一般的であるが、本発明においては、G画素の欠陥判定結果を保持するための専用のエリアメモリをもつ必要がなく、R、B画素の欠陥判定に必要な演算処理時間分だけ、G画素の欠陥フラグをフリップフロップやラインメモリ等を用いて遅らせて、時系列に処理できるようにしている。

【0061】次に、このように専用のエリアメモリをもたずに、前ライン、同一ラインの欠陥判定済みの画素の判定結果を参照して、欠陥検出・補正を行う回路構成を図15に基づいて説明する。図15に示す欠陥画素検出補正回路は、フリップフロップ53とラインメモリ54とを備え、欠陥検出部51により検出された先行画素、例えばG画素の欠陥検出結果を、フリップフロップ53とラインメモリ54を用いて、所定の補色化Cg単位でそのG画素に関する欠陥検出データを使いたいタイミングに合わせて、欠陥検出部51へ再送出してやるように構成している。なお、52は欠陥補正部である。

【0062】このように構成することにより、先に得られた例えばG画素の欠陥判定データを専用のエリアメモリに保持しておかなくても、リアルタイムで該G画素の欠陥判定データをフィードバックして、これを参照して欠陥判定処理をすることができる。

【0063】具体的には、欠陥検出部51の判定結果は、例えば、欠陥ならば“H”、正常ならば“L”として、カラー撮像素子の画素並び順にラインメモリ54へ記録されるか、又はフリップフロップ53により所定クロック分だけ遅延されて、再度欠陥検出部51へ入力される。このときのタイミングは、例えば、図14の(B)に示したCg単位パターンPt1の欠陥判定を行う際には、Ba、G\*

$$|Pt3 - \sum Pt_n (n=1 \sim 8) / 8| > b \dots\dots\dots (4)$$

これにより、隣接する複数のパターンPt3のCg単位による欠陥検出処理を省略することができる。

【0068】この欠陥検出手法は、図14の(B)～(I)に示したCg単位パターンだけでなく、種々パターンでの欠陥検出が可能であり、システムに応じて最適な欠陥検出装置を構築することができる。

【0069】ところで、単板カラー撮像素子において、その出力を最終画像にするには、同一カラー撮像素子上にある複数色画素で構成される画像を、周囲の同色画素から補間して、複数の色画像を生成している。ベイヤ型の単板カラー撮像素子においては、図16に示すように、一般的に基準となる原色であるR、G、B画像を生成する。

【0070】ベイヤ画像からR画像を画素補間して生成しようとする場合は、例えば図16においてR画像のRx

\*aの欠陥判定結果が参照できるタイミングで入力すればよい。つまり、欠陥検出処理されるRa画素信号が来て、なお且つこの画素が欠陥検出される演算が行われるタイミングで、参照欠陥判定結果がフィードバックされる。欠陥判定処理は、カラー撮像素子上の画素の読み出しと同じ流れでリアルタイムに行われるため、タイミングを上記のように固定しておけば、欠陥画素のカラー撮像素子上のアドレスを認識しておく必要はない。

【0064】また、例えばその過程で、補色化Cg単位の各パターンPt1～Pt8による欠陥検出を行う場合に、Gaが欠陥であると判明していた場合には、Gaに関わるCg単位パターンであるパターンPt1、Pt8を排除し、他のCg単位パターンPt2～Pt7のみで欠陥検出操作を実行すれば、より迅速な処理を行うことができる。

【0065】先の第2の実施の形態において述べた、補色化演算を行ったCg単位に基づいて欠陥検出を行う場合、特定の注目画素を含む複数のCg単位パターンは、空間的に極めて近距離にある画素から構成されているため、各Cg単位パターン間の相関は強いものと考えてよく、それらの信号レベルには大差がないものと考えられる。

【0066】次に、このような概念を利用した欠陥検出手法について説明する。この欠陥検出手法は、複数のCg単位パターンの信号レベルの平均値を求め、その平均値に対して所定の閾値以上乖離しているCg単位パターンは、欠陥画素を含んでいるものとして判定する手法である。

【0067】例えば、図14の(B)～(I)に示した8つのCg単位パターンの信号レベルの平均値を求め、その平均値に対して閾値b以上乖離しているCg単位パターンは欠陥画素を含んでいるものと判定するもので、例えばCg単位パターンPt3に関して、次式(4)が成立する場合は、Cg単位パターンPt3には欠陥画素が含まれているものと判定する。

$$|Pt3 - \sum Pt_n (n=1 \sim 8) / 8| > b \dots\dots\dots (4)$$

の存在する前後1ラインの本来センサ上に存在するR1、R2、R3、R4から、 $R_x = \sum R_n (n=1 \sim 4) / 4$ という演算処理を行って生成する。

【0071】このような補間画素の色信号生成のための演算回路は、図17に示すように、1ライン遅延用の2つのラインメモリ61、62と、1画素遅延用の4つのフリップフロップ63、64、65、66と演算器67とで構成され、2個のラインメモリを必要とする。

【0072】このように単板カラー画像素子では、色補間生成処理において垂直方向からの演算を行うためにラインメモリを使用するが、この色補間生成処理用のラインメモリを、本発明における欠陥検出補正部が必要とするラインメモリと兼用させることが可能であり、新たに欠陥検出補正部専用のラインメモリを配置することなく、斜め方向等に連続する画素又は画素ブロック間の相

関による欠陥検出を行うことができる。また本発明による欠陥検出補正処理において、補間色生成演算処理と並行に行ったり、更には、求める演算結果を共用できるものは共用することにより、よりハード規模や消費電力を低減することが可能となる。

【0073】上記第2の実施の形態においては、R、G、Bの3画素群をC<sub>g</sub>単位とし、擬似的に補色を生成して、空間的に連続して配列された補色間の相関をとって欠陥を検出し、補正するものを示した。しかしながら、より簡易的なC<sub>g</sub>単位としては、図18(A)に示すベイヤ型配列のカラー撮像素子において、R<sub>x</sub>を注目画素としたとき、この注目画素R<sub>x</sub>をR画素として含む隣接する2画素で構成してもよい。

【0074】この2画素(R、Gの2原色)からなるC<sub>g</sub>単位パターンとしては、図18の(B)～(E)に示すC<sub>g</sub>単位パターンPt1'～Pt4'がある。この2画素(R、Gの2原色)からなるC<sub>g</sub>単位で生成される補色(Y<sub>e</sub>)は、図11で示した便宜上の色空間において、隣接する2原色(R、G)からの加算平均により抽出する。この抽出処理は、例えば、図19に示すように、加算器71とLSBカット回路72とで構成された演算回路で行われる。

【0075】そして、相関による欠陥検出を行うための同形状のC<sub>g</sub>単位パターンの規則的に連続する3つの隣接C<sub>g</sub>単位の取り方を例示すると、図20の(A)～(F)に示すような形態があるが、この例示した以外にも様々な形態がある。欠陥検出手法は、上記各実施の形態と同様に行えばよい。

【0076】このようにC<sub>g</sub>単位を2画素で構成し補色を抽出することにより、欠陥検出精度は若干低下するが、回路規模を削減することができ、また演算速度の向上を図ることができる。更に2画素によるC<sub>g</sub>単位は3画素によるC<sub>g</sub>単位よりもパターンの選択性が多く、より自由度の高い欠陥検出を行うことができる。

【0077】

【発明の効果】以上実施の形態に基づいて説明したように、請求項1に係る発明によれば、小さな範囲の画素信号で効率的に欠陥画素を検出でき、またエリアメモリなどのメモリを必要とせずリアルタイムで補正処理を行うことが可能なカラー画像処理装置を提供することができる。請求項2に係る発明によれば、請求項1に係るカラー画像処理装置において、小さな範囲の画素信号で欠陥画素の検出を、極めて容易に効率的に行うことができる。請求項3に係る発明によれば、請求項1に係るカラー画像処理装置において、空間的に連続した同一色画素が直接的に存在しない場合においても、比較的小さな範囲の画素信号で欠陥画素の検出を効率的に行うことができる。請求項4に係る発明によれば、請求項1に係るカラー画像処理装置において、誤検出が少ない順で小さな範囲の画素信号により効率的に欠陥検出を行うことがで

きる。請求項5に係る発明によれば、請求項4に係るカラー画像処理装置において、第1の欠陥画素の検出処理後に行われる第2の欠陥画素の検出を効率よく実行することができる。請求項6に係る発明によれば、異色の複数画素で演算により同一色の複数の画素群を生成して、欠陥画素の検出を容易に行えるようにしたカラー画像処理装置を提供することができる。請求項7に係る発明によれば、請求項1～6のいずれか1項に係るカラー画像処理装置において、欠陥検出手段専用のラインメモリを必要とせず欠陥検出を行うことができ、ハード規模や消費電力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るカラー画像処理装置を適用した単板カラーセンサを用いたカラーカメラの概略構成を示す図である。

【図2】ベイヤ型配列のカラーフィルタを示す図である。

【図3】ベイヤ型配列のカラーセンサにおけるG画素の相関を利用した欠陥画素の検出態様を示す図である。

【図4】同色3画素の相関からの欠陥検出及びその補正手順を説明するためのフローチャートである。

【図5】同色3画素の相関からの欠陥検出を行う際の3画素の配列態様を示す図である。

【図6】図4のフローチャートに示した欠陥検出及び補正手法を実行する欠陥検出補正部の構成例を示す図である。

【図7】ベイヤ型配列のカラーセンサにおいてR<sub>x</sub>を注目画素としたときの画素配列を示す図である。

【図8】図7に示した画素配列において、注目画素R<sub>x</sub>をR画素として含む隣接するR、G、B画素群からなるC<sub>g</sub>単位の異なる組み合わせの8つのパターンを示す図である。

【図9】同形状のC<sub>g</sub>単位パターンの規則的に連続する3つの隣接C<sub>g</sub>単位の取り方を例示した図である。

【図10】C<sub>g</sub>単位において演算生成された補色画素の隣接接続配置態様を示す図である。

【図11】R、G、B3原色に対する補色の色空間的關係を示す図である。

【図12】R、G、B3原色信号から補色C<sub>y</sub>を抽出する態様を示すタイミングチャートである。

【図13】R、G、B3原色信号からC<sub>y</sub>信号を抽出する演算回路を示すブロック構成図である。

【図14】ベイヤ型配列カラーセンサ及びR<sub>a</sub>注目画素を含む異なる3画素群からなるC<sub>g</sub>単位パターンを示す図である。

【図15】専用のエリアメモリをもたず、前ライン及び同一ラインの欠陥判定済みの画素の判定結果を参照して欠陥検出・補正を行う、欠陥検出補正回路の構成を示すブロック構成図である。

【図16】ベイヤ型配列のカラー画像からR、G、B画像

を生成する態様を示す概略図である。

【図17】ベイヤ型配列のカラー画像からR画像を補間生成するための色生成演算回路を示すブロック構成図である。

【図18】ベイヤ型配列カラーセンサ及び注目画素 $R_x$ を含む2画素群からなる $C_g$ 単位パターンを示す図である。

【図19】R、G 2原色信号から補色 $C_y$ 信号を抽出する演算回路を示すブロック構成図である。

【図20】図18に示した $C_g$ 単位パターンの規則的に連続する3つの隣接 $C_g$ 単位の取り方を例示した図である。

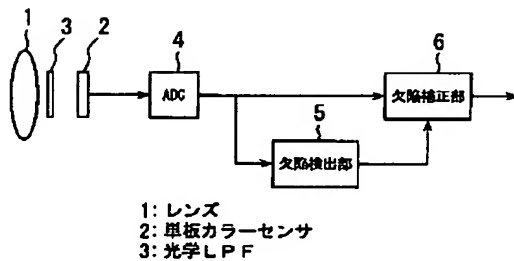
【符号の説明】

- 1 レンズ
- 2 単板カラーセンサ
- 3 光学LPF
- 4 A/D変換回路
- 5 欠陥検出部
- 6 欠陥補正部
- 11, 12 ラインメモリ
- 13, 14, 15 フリップフロップ
- 21 第1の加算器
- 22-1, 22-2, 22-3 乗算器
- 23 第1の比較回路
- 24 第2の加算器
- 25 L S Bカット回路

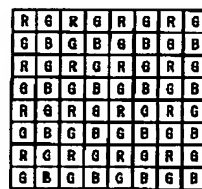
- \* 26 減算器
- 27 第2の比較回路
- 28 エンコーダ
- 31 エンコーダ
- 32 セレクタ
- 41 (G-R)算出用加算器
- 42 (B-R)算出用加算器
- 43 第1のコンパレータ
- 44 第2のコンパレータ
- 45 第3のコンパレータ
- 51 欠陥検出部
- 52 欠陥補正部
- 53 フリップフロップ
- 54 ラインメモリ
- 61, 62 ラインメモリ
- 63, 64, 65, 66 フリップフロップ
- 67 演算器
- 71 加算器
- 72 L S Bカット回路
- 20 101 I方向画素並べ替え部
- 102 I方向欠陥検出部
- 201 Q方向画素並べ替え部
- 202 Q方向欠陥検出部
- 301 欠陥補正部

\*

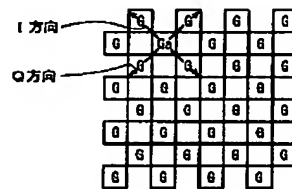
【図1】



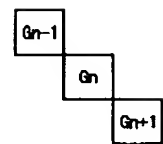
【図2】



【図3】

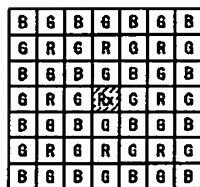


【図5】

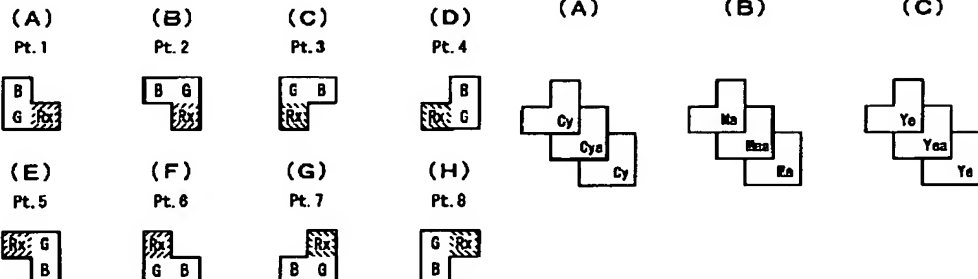


【図10】

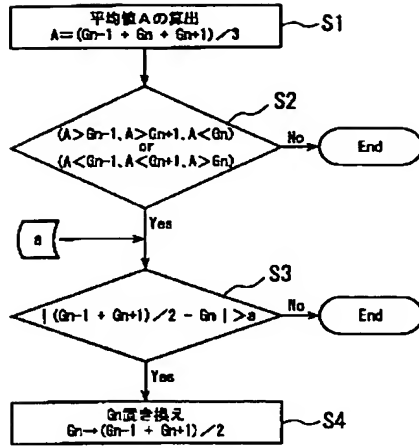
【図7】



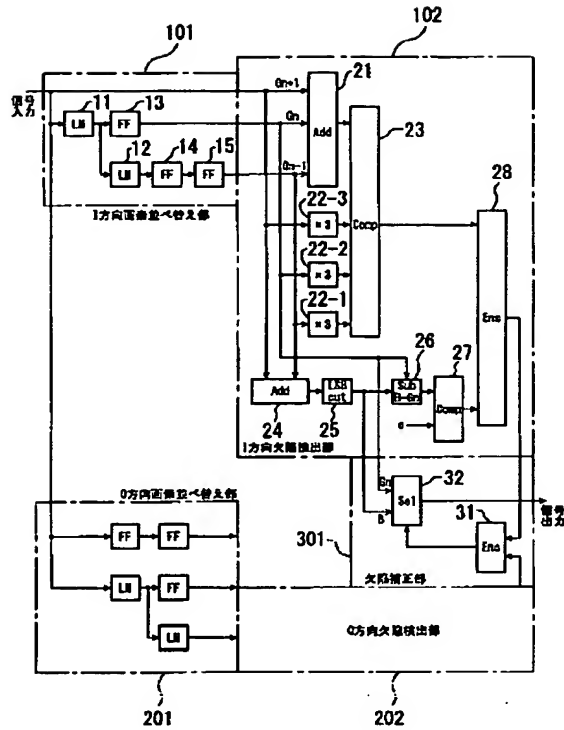
【図8】



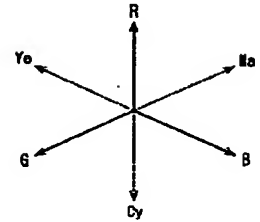
【図4】



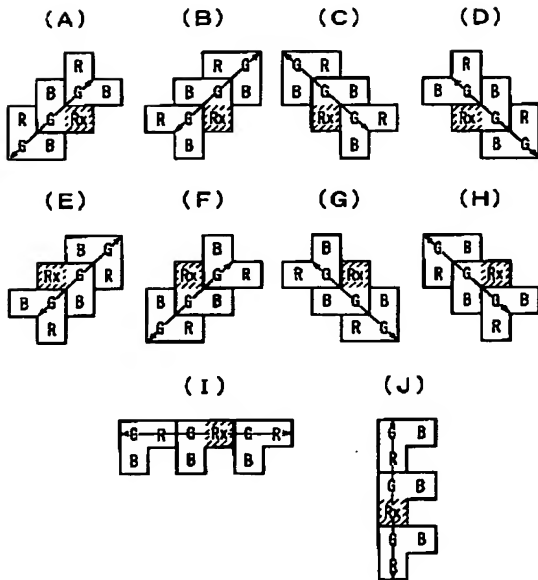
【図6】



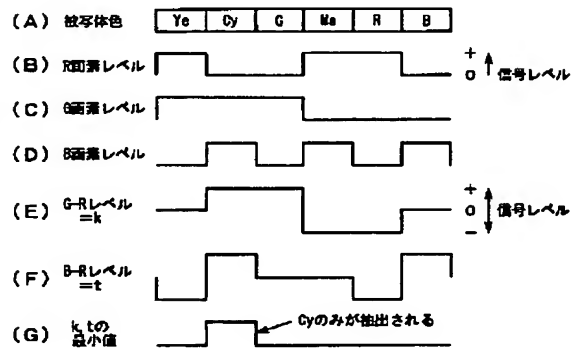
【図11】



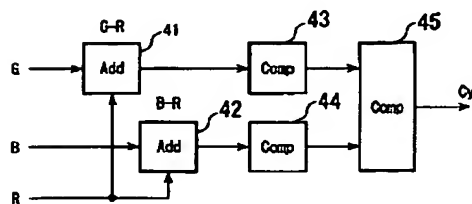
【図9】



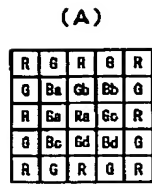
【図12】



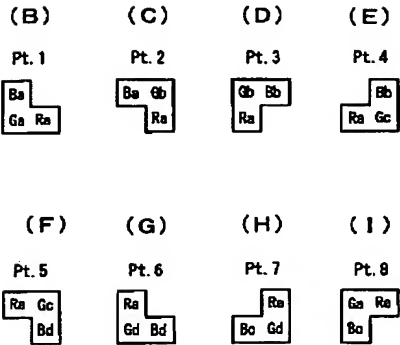
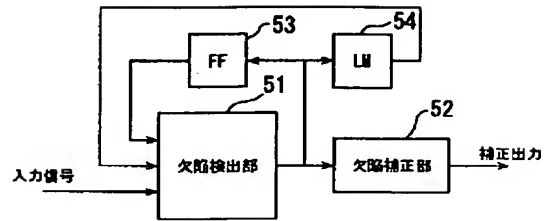
【図13】



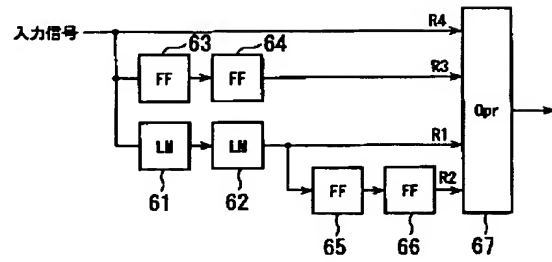
【図14】



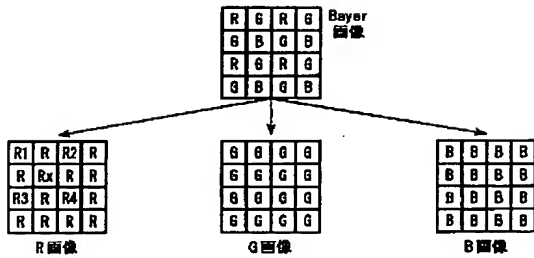
【図15】



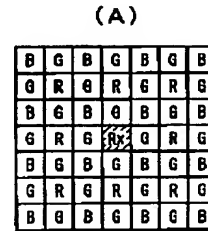
【図17】



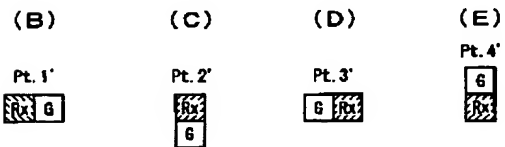
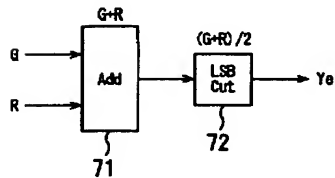
【図16】



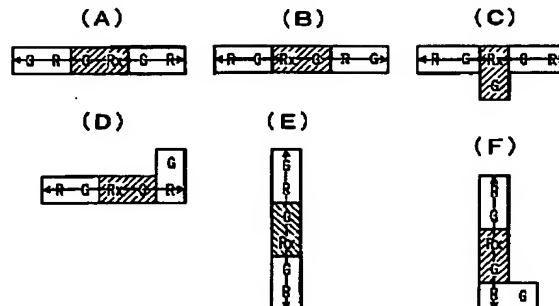
【図18】



【図19】



【図20】



## フロントページの続き

Fターム(参考) 5B047 AB04 BB04 BC07 DA06 DC11  
5C065 BB23 DD17 EE05 EE06 GG13  
GG17  
5C077 LL01 MM03 MP08 PP10 PP32  
PP43 PQ18 PQ20 PQ22  
5C079 HB01 JA13 LA01 LA12 MA03  
MA11 NA10 NA11 NA13 NA27